

**PAT-N :** **JP401033836A**

**DOCUMENT-IDENTIFIER:** **JP 01033836 A**

**TITLE:** **SUPERCONDUCTOR LENS FOR FOCUSING CHARGED PARTICLE**

**PUBN-DATE:** **February 3, 1989**

**INVENTOR-INFORMATION:**

**NAME**

**MATSUZAWA, SHUSUKE**

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
<b>MATSUZAWA SHUSUKE</b>	<b>N/A</b>

**APPL-NO:** **JP62189658**

**APPL-DATE:** **July 29, 1987**

**INT-CL (IPC):** **H01J037/141**

**US-CL-CURRENT:** **250/396ML, 505/871**

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To obtain the same effect as the charged particle focusing effect by the magnetic field via superconductor lenses with no exciting current by forming a train of superconductors periodically arranged along the advance direction of charged particles and having passing holes of the charged particles.

**CONSTITUTION:** When a charged particle beam 2 flies in the axial direction near the axis of doughnut-shaped superconductor lenses 1, the charged particle beam 2 flies while generating the self-magnetic field 3 around it. When the charged particle beam 2 approaches the superconductors 1, an inner current flows in the superconductors 1 as to prevent the infiltration of the self-magnetic field of the charged particle beam, and the

**charged particle beam is displaced transversely in applied with the minimum force by the interaction with the induced magnetic field. When such superconductor lenses are periodically arranged on the axis, the incident charged particle beam receives focusing effect each time it passes the superconductor lenses and is propagated in the axial direction without being diverged.**

**COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio**

## ⑪ 公開特許公報 (A)

昭64-33836

⑥Int.Cl.

H 01 J 37/141

識別記号

ZAA

庁内整理番号

C-7013-5C

⑪公開 昭和64年(1989)2月3日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全 9頁)

④発明の名称 荷電粒子収束用超電導体レンズ

②特願 昭62-189658

②出願 昭62(1987)7月29日

⑦発明者 松沢 秀典 山梨県甲府市武田3丁目5番23号

⑦出願人 松沢 秀典 山梨県甲府市武田3丁目5番23号

## 明細書

## 1. 発明の名称

荷電粒子収束用超電導体レンズ

## 2. 特許請求の範囲

(1) 荷電粒子の進行方向に沿って周期的に配列された、荷電粒子の通過孔を有する超電導体列から成る荷電粒子収束用超電導体レンズ。

(2) 荷電粒子の進行方向に垂直もしくは傾いた面内において一個の迎成体より成る超電導体あるいは複数個の超電導体より成る構造を有する超電導体レンズを特許請求の範囲第一項に記載した構造に配列した荷電粒子収束用超電導体レンズ。

(3) 上記第一項に記載の超電導体の間に電圧を印加して、荷電粒子の軸方向への加速・減速を行うことを目的とした荷電粒子収束用超電導体レンズ。

## 3. 発明の詳細な説明

荷電粒子を収束するために電場、磁場によるレンズ作用を用いることが普通に行われている。特に磁場を利用する時には、磁場励磁用コイルに電

流を流さなければならぬ。荷電粒子の軌道を微妙に制御する場合には励磁電流を変化させることが有効である。しかし、大略の荷電粒子軌道の制御で充分な場合には、励磁電流を必要としない方式は経済的でありまた操作の簡便なことからも有利である。本発明は励磁電流を流さない超電導体レンズによって、磁場による荷電粒子収束効果と同等の効果を生ぜしめる超電導体レンズに関する。

まず、本発明の基本となる超電導体の特性について触れる。電気的良導体に荷電粒子がある速度をもって接近すると、その電気的良導体には荷電粒子の運動を防げるような起電力と磁場が生ずる。その結果、荷電粒子は電気的良導体から反発する力を受ける。超電導体は代表的な電気的良導体であり反磁性体でもあるので、マイスター効果によって外部磁場は超電導体の中に侵入できない。すなわち、本発明は超電導体中に生ずる現象にもとづく反発力を利用して荷電粒子を収束しようとするものである。

第一図のようなドーナツ状の超電導体レンズ1の軸近傍を軸方向に荷電粒子ビーム2が飛来するとする。荷電粒子ビーム2はその周囲に自己磁場3を生じながら飛行する。荷電粒子ビームが超電導体レンズに接近すると超電導体レンズ中には荷電粒子ビームの自己磁場の侵入を防ぐように内部電流が流れ、その誘起磁場との相互作用によって荷電粒子ビームは最小の力を受ける中心軸方向へ変位する。

第一図のような超電導体レンズを軸上に周期的に配列して第二図(a)の構造にすれば、入射した荷電粒子ビームは超電導体レンズを通過する度に収束効果を受け、発散することなしに軸方向に伝播することになる。

第二図(a)の実施例は、超電導体レンズの配列形態のみから言えば、進行波管(TWT)にしばしば用いられている周期永久磁石(PPM)構造と類似しているが、本発明においては、單なる超電導体から成るレンズを配置すれば良く、PPMの場合のように磁化されたものを使うに及ばない。

如に基ずく熱サイクルによって、徐々に亀裂を生ずる。この経時変化は望ましくないが、本発明の効果に関しては影響は軽微である。

上述の実施例では、荷電粒子ビームを収束するのみであった。荷電粒子ビームの応用においては、荷電粒子の加速も重要な課題である。第二図の超電導体レンズの間に第四図のようにしかるべき恒性の電圧源7を用いて加速電圧を印加することによって、荷電粒子ビームは超電導体レンズ1による収束作用と共に加速を受ける。すなわち、効率良く発散角の小さい高速荷電粒子ビーム8を発生できる。

超電導体レンズ1の通過孔の内直径6は、収束・伝播させようとする荷電粒子ビームの外直径1の数倍以上の値を有すべきである。さもないと、荷電粒子ビーム全体が反発力を受けて、通過孔を通過できることになる。

超電導体レンズは、通過孔を通過する荷電粒子ビームの電流値に相当する電流を超電導体内に流すことのできるような高臨界電流値を有しなければならない。

い。

第二図(a)では直線状の配列を示したが、第二図(b)のように超電導体レンズを湾曲した線に沿って配列すれば、荷電粒子ビームを湾曲軌道に沿って導くことができる。

第一図および第二図では、ドーナツ状の一側の遮蔽超電導体レンズを用いたが、必ずしもその必要はない。第三図に示すように円周方向に分割された超電導体素子4をなんらかの方法によって複数個配列することによって、等価的には類似の効果を得ることが可能である。なぜならば、それぞれの超電導体素子は反磁性体であるので、接近する荷電粒子ビームに対して反発力を及ぼすからである。ただし、超電導体素子の円周方向の配置間隔5は、超電導体レンズの通過孔直径6の十分の一程度以下に狭くしなければならない。さもないと、荷電粒子ビームがその間隔5に侵入してレンズ効果が低減されるからである。

最近、多数の研究がなされているY-Ba-Cu-O系の高温超電導体は、液体质素による冷

らない。

超電導体レンズの軸方向の厚さ8には、必要な誘起電流を流すことができれば特に制約は無く、筒状の長い形態を用いることもできる。制約があるとすれば、超電導体レンズの配置間隔10から定まるレンズ効果によって、光学的に薄いレンズとみなさなければならない場合である。

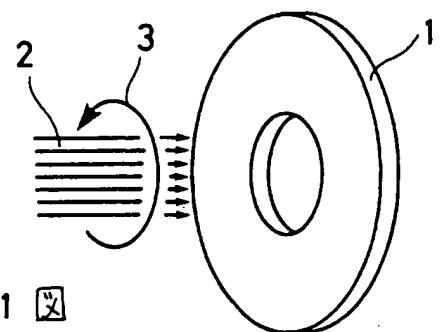
本発明の超電導体レンズとして高温超電導体を使用すれば、構造ばかりではなく取り扱いも簡単な、ハイパワーのパルス荷電粒子ビーム(例えば、相対論的電子ビーム、REB、加速電圧数100kV以上、電流数kA以上)の操作において汎用性の高い荷電粒子収束用超電導体レンズを実現できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第一図はドーナツ状の単一レンズに荷電粒子ビームが入射する有様を示す図面、第二図はドーナツ状超電導体レンズを周囲的に配列した実施例を示す図、第三図は単一超電導体レンズを複数個の超電導体素子によって形成した例を示す図、そし

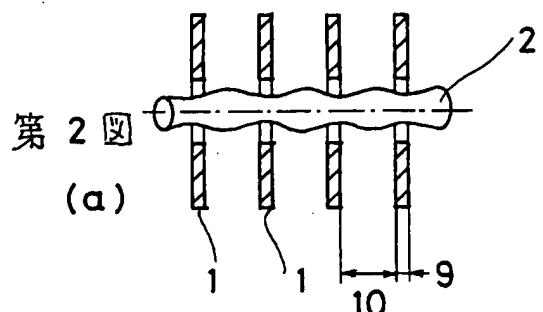
て、第四図は荷電粒子ビームの加速方法を示す図である。

1・・・超電導体レンズ、2・・・荷電粒子ビーム、3・・・誘起磁場、4・・・超電導体素子、5・・・超電導体素子の配置間隔、6・・・超電導体レンズの通過孔直径、7・・・電圧源、8・・・高速荷電粒子ビーム、9・・・超電導体レンズの軸方向厚さ、10・・・超電導体レンズの配置間隔、11・・・荷電粒子ビームの外直径。



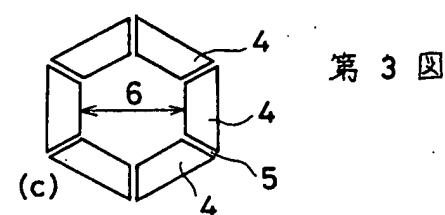
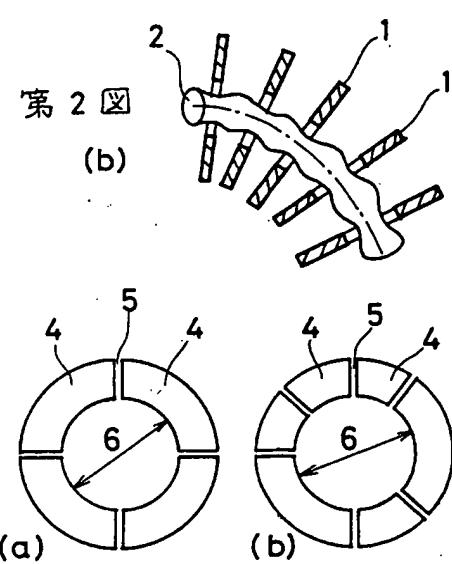
第1図

特許出願人  
松沢秀典

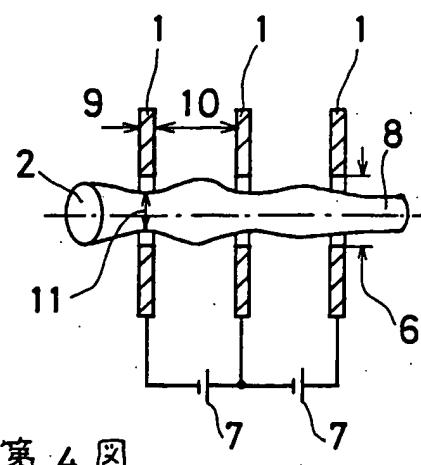


第2図

(a)



第3図



第4図

## 手続補正書

(自施)

-51

特許庁長官殿

昭和62年8月30日

11月30日

1 事件の表示

昭和62年特願~~第~~189658

2 発明の名称

荷電粒子収束用超電導体レンズ

3 補正をする者 〒400

事件との関係 特許出願人

住所(居所) 甲府市武田三丁目5番23号

氏名(名称) 松沢秀典

4 代理人

5 補正命令の日付

6 補正により増加する発明の数

7 補正の対象

明細書全文および図面。

8 補正の内容

1) 別紙の通り。  
2) 図面に第5図を追加する。

特許庁

特許庁

## 3. 発明の詳細な説明

荷電粒子を収束するために電場、磁場によるレンズ作用を用いることが普通に行われている。特に磁場を利用する時には、磁場励磁用コイルに電流を流さなければならぬ。荷電粒子の軌道を微妙に制御する場合には励磁電流を変化させることができ有效である。しかし、大略の荷電粒子軌道の制御で充分な場合には、励磁電流を必要としない方式は経済的でありまた操作の簡便なことからも有利である。本発明は励磁電流を流さない超電導体レンズによって、磁場による荷電粒子収束効果と同等の効果を生ぜしめる超電導体レンズに関するものである。

まず、本発明の基本となる超電導体の特性について触れる。電気的良導体に荷電粒子がある速度をもって接近すると、その電気的良導体には荷電粒子の運動を防げるような起電力と磁場が生ずる。その結果、荷電粒子は電気的良導体から反発する力を受ける。超電導体は代表的な電気的良導体

## 明細書

## 1. 発明の名称

荷電粒子収束用超電導体レンズ

## 2. 特許請求の範囲

(1) 荷電粒子の進行方向に沿って周期的に配列された、荷電粒子の通過孔を有する超電導体列から成る荷電粒子収束用超電導体レンズ。

(2) 荷電粒子の進行方向に垂直もしくは傾いた面内において一個の連成体より成る超電導体あるいは複数個の超電導体より成る構造を有する超電導体レンズを特許請求の範囲第一項に記載した構造に配列した荷電粒子収束用超電導体レンズ。

(3) 上記第一項に記載の超電導体の間に電圧を印加して、荷電粒子の軸方向への加速・減速を行うことを目的とした荷電粒子収束用超電導体レンズ。

(4) 荷電粒子源と粒子加速電極とより成る荷電粒子発生源において、粒子加速電極に超電導体を用いて特許請求の範囲第三項の作用を行わせることを特徴とする荷電粒子収束用超電導体レンズ。

であり反磁性体でもあるので、マイスナー効果によって外部磁場は超電導体の中に侵入できない。すなわち、本発明は超電導体中に生ずる鏡像にもとづく反発力を利用して荷電粒子を収束しようとするものである。

第一図のようなドーナツ状の超電導体レンズ1の軸近傍を軸方向に荷電粒子ビーム2が飛来するとする。荷電粒子ビーム2はその周間に自己磁場3を生じながら飛行する。荷電粒子ビームが超電導体レンズに接近すると超電導体レンズ中には荷電粒子ビームの自己磁場の侵入を防ぐように内部電流が流れ、その誘起磁場との相互作用によって荷電粒子ビームは最小の力を受ける中心軸方向へ変位する。

第一図のような超電導体レンズを軸上に周期的に配列して第二図(a)の構造にすれば、入射した荷電粒子ビームは超電導体レンズを通過する度に収束効果を受け、発散することなしに軸方向に伝播することになる。

第二図(a)の実施例は、超電導体レンズの配

列形態のみから言えば、進行波管 (TWT) にしばしば用いられている周期永久磁石 (PPM) 構造と類似しているが、本発明においては、単なる超電導体から成るレンズを配置すれば良く、PPMの場合のように磁化されたものを使うに及ばない。

第二図 (a) では直線状の配列を示したが、第二図 (b) のように超電導体レンズを湾曲した線に沿って配列すれば、荷電粒子ビームを湾曲軌道に沿って導くことができる。

第一図および第二図では、ドーナツ状の一個の連成体超電導体レンズを用いたが、必ずしもその必要はない。第三図に示すように円周方向に分割された超電導体電子 4 をなんらかの方法によって複数個配列することによって、等価的には類似の効果を得ることが可能である。なぜならば、それぞれの超電導体電子は反磁性体であるので、接近する荷電粒子ビームに対して反発力を及ぼすからである。ただし、超電導体電子の円周方向の配置間隔 5 は、超電導体レンズの通過孔直径 6 の十分

、荷電粒子ビーム全体が反発力を受けて、通過孔を通過できることになる。

超電導体レンズを荷電粒子発生源に用いても良い効果を得る例を第五図に示す。荷電粒子源 12 と対向して超電導体から成る粒子加速電極 13 を設ける。荷電粒子源 12 と粒子加速電極 13 との間には粒子加速用電圧源 14 が接続されており、荷電粒子源から放出された荷電粒子ビーム（例えば、電子ビーム）2 は粒子加速電極 13 によって加速と同時に収束作用もうける。粒子加速電極 13 を通過した荷電粒子ビーム 2 は、第四図の実施例と同様に円筒状超電導体レンズ 1 によって加速・収束作用を受けつつ進行する。

超電導体レンズは、通過孔を通る荷電粒子ビームの電流値に相当する電流を超電導体内に流すことのできるような高臨界電流値を有しなければならない。

超電導体レンズの軸方向の長さ 9 には、必要な誘起電流を流すことができれば特に制約は無く、筒状の良い形態を用いることもできる。制約があ

の一程度以下に狭くしなければならない。さもないと、荷電粒子ビームがその間隔 5 に侵入してレンズ効果が低減されるからである。

最近、多数の研究がなされている Y-Ba-Cu-O 系の高温超電導体は、液体窒素による冷却に底ずく熱サイクルによって、徐々に亀裂を生ずる。この経時変化は望ましくないが、本発明の効果に関しては影響は軽微である。

上述の実施例では、荷電粒子ビームを収束するのみであった。荷電粒子ビームの応用においては、荷電粒子の加速も重要な課題である。第二図の超電導体レンズの間に第四図のようにしかるべき極性の電圧源 7 を用いて加速電圧を印加することによって、荷電粒子ビームは超電導体レンズ 1 による収束作用と共に加速を受ける。すなわち、効率良く発散角の小さい高速荷電粒子ビーム 8 を発生できる。

超電導体レンズ 1 の通過孔の内直径 6 は、収束・伝播させようとする荷電粒子ビームの外直径 1 1 の数倍以上の値を有すべきである。さもないと

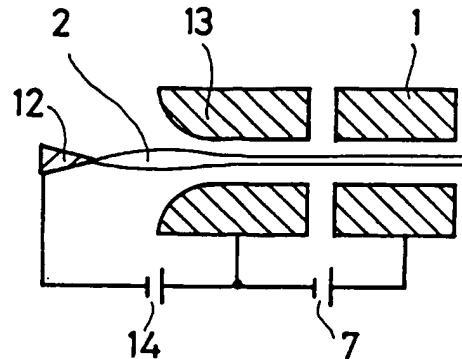
るとすれば、超電導体レンズの配置間隔 10 から定まるレンズ効果を、光学的に薄いレンズと同等とみなさなければならない場合である。

本発明の超電導体レンズとして高温超電導体を使用すれば、構造ばかりではなく取り扱いも簡単な、荷電粒子ビームとくにハイパワーのパルス荷電粒子ビーム（例えば、相対論的電子ビーム、REB、加速電圧数 100 kV 以上、電流数 kA 以上）の操作において汎用性の高い荷電粒子収束用超電導体レンズを実現できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第一図はドーナツ状の唯一の超電導体レンズに荷電粒子ビームが入射する有様を示す図面、第二図はドーナツ状超電導体レンズを周囲的に配列した実施例を示す図、第三図は単一超電導体レンズを複数個の超電導体電子によって形成した例を示す図、第四図は荷電粒子ビームの加速方法を示す図、そして第五図は荷電粒子源と粒子加速電極とから成る荷電粒子発生源において超電導体レンズを粒子加速電極として用いる例を示す図である。

1 . . . 超電導体レンズ, 2 . . . 荷電粒子ビーム, 3 . . . 漲起磁場, 4 . . . 超電導体素子, 5 . . . 超電導体素子の配置間隔, 6 . . . 超電導体レンズの通過孔直径, 7 . . . 電圧源, 8 . . . 高速荷電粒子ビーム, 9 . . . 超電導体レンズの軸方向長さ, 10 . . . 超電導体レンズの配置間隔, 11 . . . 荷電粒子ビームの外直径, 12 . . . 荷電粒子源, 13 . . . 粒子加速電極, 14 . . . 荷電粒子源と粒子加速電極との間に接続する粒子加速用電圧源。



第5図

特許出願人

松沢秀典

## 手続補正書 (自発)

特許庁長官殿

昭和63年8月5日  
昭和63年8月4日差出

- 1 事件の表示 昭和62年特願189658
- 2 発明の名称 荷電粒子収束用超電導体レンズ
- 3 補正をする者 〒400  
事件との関係 特許出願人  
住所(居所) 甲府市武田三丁目5番23号  
氏名(名称) 松沢秀典
- 4 代理人
- 5 補正命令の日付
- 6 補正により増加する発明の数
- 7 補正の対象 明細書全文。
- 8 補正の内容  
1) 別紙の通り。



方式査 (植川)

## 明細書

## 1. 発明の名称

荷電粒子収束用超電導体レンズ

## 2. 特許請求の範囲

(1) 荷電粒子の進行方向に沿って周期的に配列された、荷電粒子の通過孔を有する超電導体列から成る荷電粒子収束用超電導体レンズ。

(2) 荷電粒子の進行方向に垂直もしくは傾いた面内において一個の連成体より成る超電導体あるいは複数個の超電導体より成る構造を有する超電導体レンズを特許請求の範囲第一項に記載した構造に配列した荷電粒子収束用超電導体レンズ。

(3) 上記第一項に記載の超電導体の間に電圧を印加して、荷電粒子の軸方向への加速・減速を行うことを目的とした荷電粒子収束用超電導体レンズ。

(4) 荷電粒子源と粒子加速電極とより成る荷電粒子発生源において、粒子加速電極に超電導体を用いて特許請求の範囲第三項の作用を行わせることを特長とする荷電粒子収束用超電導体レンズ。

(5) 上記第一項から第四項までに記載の荷電粒子収束用超電導体レンズにおいて、電荷中和、電荷増倍を目的として、荷電粒子の通過する空間へ低圧気体を連続的もしくはパルス的に導入することを特徴とする荷電粒子収束用超電導体レンズ。

### 3. 発明の詳細な説明

荷電粒子を収束するために電場、磁場によるレンズ作用を用いることが普通に行われている。特に磁場を利用する時には、磁場励磁用コイルに電流を流さなければならぬ。荷電粒子の軌道を微妙に制御する場合には励磁電流を変化させることができ有效である。しかし、大略の荷電粒子軌道の制御で充分な場合には、励磁電流を必要としない方式は経済的でありまた操作の簡便なことからも有利である。本発明は励磁電流を流さない超電導体レンズによって、磁場による荷電粒子収束効果と同等の効果を生ぜしめる超電導体レンズに関する。

まず、本発明の基本となる超電導体の特性につ

に配列して第二図(a)の構造にすれば、入射した荷電粒子ビームは超電導体レンズを通過する度に収束効果を受け、発散することなしに軸方向に伝播することになる。

第二図(a)の実施例は、超電導体レンズの配列形態のみから言えば、進行波管(TWT)にしばしば用いられている周期永久磁石(PPM)構造と類似しているが、本発明においては、單なる超電導体から成るレンズを配置すれば良く、PPMの場合のように磁化されたものを使うに及ばない。

第二図(a)では直線状の配列を示したが、第二図(b)のように超電導体レンズを湾曲した線上に沿って配列すれば、荷電粒子ビームを湾曲軌道に沿って導くことができる。

第一図および第二図では、ドーナツ状の一個の逆成体超電導体レンズを用いたが、必ずしもその必要はない。第三図に示すように円周方向に分割された超電導体素子4をなんらかの方法によって複数個配列することによって、等価的には類似の

いを触れる。電気的良導体に荷電粒子がある速度をもって接近すると、その電気的良導体には荷電粒子の運動を防げるような起電力と磁場が生ずる。その結果、荷電粒子は電気的良導体から反発する力を受ける。超電導体は代表的な電気的良導体であり反磁性体でもあるので、マイスナー効果によって外部磁場は超電導体の中に侵入できない。すなわち、本発明は超電導体中に生ずる鏡像にもとづく反発力とマイスナー効果とを利用して荷電粒子を収束しようとするものである。

第一図のようなドーナツ状の超電導体レンズ1の軸近傍を軸方向に荷電粒子ビーム2が飛来するとする。荷電粒子ビーム2はその周囲に自己磁場3を生じながら飛行する。荷電粒子ビームが超電導体レンズに接近すると超電導体レンズ中には荷電粒子ビームの自己磁場の侵入を防ぐように内部電流が流れ、その誘起磁場との相互作用によって荷電粒子ビームは最小の力を受ける中心軸方向へ変位する。

第一図のような超電導体レンズを軸上に周囲的

効果を得ることが可能である。なぜならば、それぞれの超電導体素子は反磁性体であるので、接近する荷電粒子ビームに対して反発力を及ぼすからである。ただし、超電導体素子の円周方向の配置間隔5は、超電導体レンズの通過孔直径6の十分の一程度以下に狭くしなければならない。さもないと、荷電粒子ビームがその間隙5に侵入してレンズ効果が低減されるからである。

最近、多數の研究がなされているY-Ba-Cu-O系の高温超電導体は、液体窒素による冷却に基づく熱サイクルによって、徐々に亀裂を生ずる。この経時変化は望ましくないが、本発明の効果に関しては影響は軽微である。

上述の実施例では、荷電粒子ビームを収束するのみであった。荷電粒子ビームの応用においては、荷電粒子の加速も重要な課題である。第二図の超電導体レンズの間に第四図のようにしかるべき極性の電圧源7を用いて加速電圧を印加することによって、荷電粒子ビームは超電導体レンズ1による収束作用と共に加速を受ける。すなわち、効

率良く発散角の小さい高速荷電粒子ビーム8を発生できる。

超電導体レンズ1の通過孔の内直径6は、収束・伝播させようとする荷電粒子ビームの外直径1の数倍以上の値を有すべきである。さもないところ、荷電粒子ビーム全体が反発力を受けて、通過孔を通過できることになる。

超電導体レンズを荷電粒子発生源に用いても良い効果を得る例を第五図に示す。荷電粒子源12と対向して超電導体から成る粒子加速電極13を設ける。荷電粒子源12と粒子加速電極13との間には粒子加速用電圧源14が接続されており、荷電粒子源から放出された荷電粒子ビーム（例えば、電子ビーム）2は粒子加速電極13によって加速と同時に収束作用もうける。粒子加速電極13を通過した荷電粒子ビーム2は、第四図の実施例と同様に円筒状超電導体レンズ1によって加速・収束作用を受けつつ進行する。

超電導体レンズは、通過孔を有する荷電粒子ビームの電流値に相当する電流を超電導体内に挽すこ

とのできるような高臨界電流値を有しなければならない。

超電導体レンズの軸方向の長さ9には、必要な誘起電流を流すことができれば特に制約は無く、筒状の長い形態を用いることもできる。制約があるとすれば、超電導体レンズの配置間隔10から定まるレンズ効果を、光学的に薄いレンズと同等とみなさなければならぬ場合である。

正一の電荷（例えば、マイナス電荷）からなる荷電粒子ビームには、空間電荷効果によって発散する力が作用する。そのような荷電粒子ビームに逆の極性の電荷（例えば、プラス電荷）を供給することによって、空間電荷は中和されて発散力は低減される。したがって、空間電荷中和された荷電粒子ビームは本発明の荷電粒子収束用超電導体レンズによって容易に収束できることとなる。また、第五図の荷電粒子源12と粒子加速電極13とから成る荷電粒子発生源内に低圧気体（例えば、10のマイナス二乗ないしマイナス一乗Tor）を巡回的もしくはパルス的に導入すれば、荷

電粒子ビーム2（例えば、電子ビーム）の初期加速段階において電子と気体分子との衝突によって低速電子が増倍される。本方式を用いれば、電子増倍と空間電荷中和とが同時に実現され、高電子ビームの発生に有利となる。導入気体圧力は使用する荷電粒子発生源にもよるが、気体固有の圧力があり、その値は気体の全イオン化断面積に反比例する。

超電導体の代わりに銅のような電気良導体からなるレンズ（例えば、銅製レンズ）を使用することも可能であるが、銅は液体窒素で冷却しても電気抵抗値は零にならない。したがって、銅製電極内に誘起される電流は超電導体の場合に比して小さくなり、レンズ効果も弱いものとなる。また、銅製電極はマイスター効果ではなく表面効果のみによって収束効果が得られるので、直流的な荷電粒子ビームに対しては効果がない。

本発明の超電導体レンズとして高温超電導体を使用すれば、構造ばかりではなく取り扱いも簡単な、荷電粒子ビームとくにハイパワーの直流的も

しくはパルス荷電粒子ビーム（例えば、相対論的電子ビーム、REB、加速電圧数100kV以上、電流数kA以上）の操作において汎用性の高い荷電粒子収束用超電導体レンズを実現できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第一図はドーナツ状の单一の超電導体レンズに荷電粒子ビームが入射する有様を示す図面、第二図はドーナツ状超電導体レンズを周囲的に配列した実施例を示す図、第三図は单一超電導体レンズを複数個の超電導体素子によって形成した例を示す図、第四図は荷電粒子ビームの加速方法を示す図、そして第五図は荷電粒子源と粒子加速電極とから成る荷電粒子発生源において超電導体レンズを粒子加速電極として用いる例を示す図である。

1...超電導体レンズ、2...荷電粒子ビーム、3...誘起磁場、4...超電導体素子、5...超電導体素子の配置間隔、6...超電導体レンズの通過孔直径、7...電圧源、8...高速荷電粒子ビーム、9...超

電導体レンズの軸方向長さ, 10 . . . 超電導  
体レンズの配置間隔, 11 . . . 荷電粒子ビーム  
の外直径, 12 . . . 荷電粒子源, 13 . .  
・粒子加速電極, 14 . . . 荷電粒子源と粒子  
加速電極との間に接続する粒子加速用電圧源。

特許出願人

松沢秀典